PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 : A61F 2/38	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: **WO 98/20816**
		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 22. Mai 1998 (22.05.98)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP97/06315

(22) Internationales Anmeldedatum: 12. November 1997 (12.11.97)

(30) Prioritätsdaten:
196 46 891.4 13. November 1996 (13.11.96) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: THEUSNER, Joachim [DE/DE]; Odeonsplatz 2, D–80539 München (DE).

(71)(72) Anmelder und Erfinder: KUBEIN–MEESENBURG, Dietmar [DE/DE]; Burgweg 1a, D–37547 Kreiensen (DE). NÄGERL, Hans [DE/DE]; Lange Hecke 41, D–37130 Gleichen (DE).

(74) Anwälte: ZAPF, Christoph usw.; Solf & Zapf, Postfach 13 01 13, D–42028 Wuppertal (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

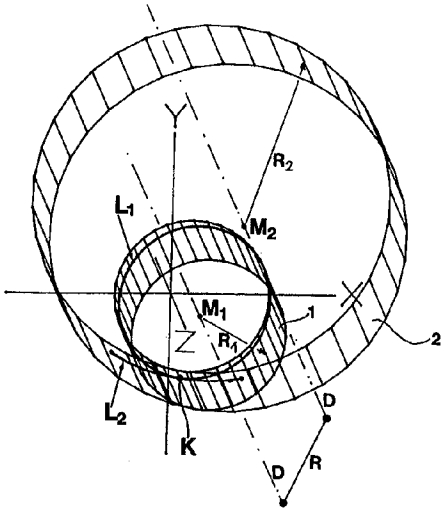
Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.
Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.

(54) Title: ARTIFICIAL JOINT, IN PARTICULAR ENDOPROSTHESIS FOR REPLACING NATURAL JOINTS

(54) Bezeichnung: KÜNSTLICHES GELENK, INSBESONDERE ENDOPROTHESE ZUM ERSATZ NATÜRLICHER GELENKE

(57) Abstract

The invention concerns an artificial joint, in particular an endoprosthesis for replacing natural joints, comprising at least two artificial joint parts with curved articulation faces, a curved contact line being formed on each of the articulation faces. The curved contact line (L1) of one of the articulation faces is part of an elliptical section contour of a first cylinder (1) or cone having the cylinder radius (R1) or the cone angle (α1). The other contact line (L2) takes the form of a counter track of a second cylinder (2) or second cone having the cylinder radius (R2) or the cone angle (α2) and rolling and/or sliding on the first cylinder (1) or first cone. The articulation faces comprise control faces (F1, F2) formed from a plurality of straight contact lines (B). On one side, these control faces (F1, F2) adjoin the contact lines (L1, L2) opposite one another, and each of the contact lines is the connection line between an instantaneous contact point (K) of the contact lines (L1, L2) and an instantaneous common point (Q) or the instantaneous pole of the respective movement systems in a reference plane (X, Y) or a reference sphere in the moved/unmoved system.



(57) Zusammenfassung

Künstliches Gelenk, insbesondere Endoprothese zum Ersatz natürlicher Gelenke, bestehend aus mindestens zwei künstlichen Gelenkteilen mit gekrümmten Artikulationsflächen, wobei auf jeder der Artikulationsflächen eine gekrümmte Kontaktlinie ausgebildet ist. Die gekrümmte Kontaktlinie (L1) einer der Artikulationsflächen ist Teil einer elliptischen Schnittkontur eines ersten Zylinders (1) oder Kegels mit dem Zylinderradius (R1) bzw. dem Kegelwinkel (α1). Die andere Kontaktlinie (L2) ergibt sich als Gegenspur eines zweiten auf dem ersten Zylinder (1) bzw. ersten Kegel abrollenden und/oder gleitenden zweiten Zylinder (2) bzw. zweiten Kegels mit dem Zylinderradius (R2) bzw. mit dem Kegelwinkel (α2). Die Artikulationsflächen weisen aus einer Vielzahl von geraden Berührungslinien (B) gebildete Regelflächen (F1, F2) auf. Diese Regelflächen (F1, F2) schließen sich einseitig an die Kontaktlinien (L1, L2) einander gegenüberliegend an und die Berührungslinien sind jeweils die Verbindungslinie zwischen einem momentanen Kontaktpunkt (K) der Kontaktlinien (L1, L2) und einem momentan gemeinsamen Punkt Q bzw. dem Momentanpol der jeweiligen Bewegungssysteme in einer Referenzebene (X, Y) bzw. einer Referenzkugel im bewegten/unbewegten System.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	**ES**	Spanien	**LS**	Lesotho	**SI**	Slowenien
AM	Armenien	**FI**	Finnland	**LT**	Litauen	**SK**	Slowakei
AT	Österreich	**FR**	Frankreich	**LU**	Luxemburg	**SN**	Senegal
AU	Australien	**GA**	Gabun	**LV**	Lettland	**SZ**	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	**GB**	Vereinigtes Königreich	**MC**	Monaco	**TD**	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	**GE**	Georgien	**MD**	Republik Moldau	**TG**	Togo
BB	Barbados	**GH**	Ghana	**MG**	Madagaskar	**TJ**	Tadschikistan
BE	Belgien	**GN**	Guinea	**MK**	Die ehemalige jugoslawische	**TM**	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	**GR**	Griechenland		Republik Mazedonien	**TR**	Türkei
BG	Bulgarien	**HU**	Ungarn	**ML**	Mali	**TT**	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	**IE**	Irland	**MN**	Mongolei	**UA**	Ukraine
BR	Brasilien	**IL**	Israel	**MR**	Mauretanien	**UG**	Uganda
BY	Belarus	**IS**	Island	**MW**	Malawi	**US**	Vereinigte Staaten von
CA	Kanada	**IT**	Italien	**MX**	Mexiko		Amerika
CF	Zentralafrikanische Republik	**JP**	Japan	**NE**	Niger	**UZ**	Usbekistan
CG	Kongo	**KE**	Kenia	**NL**	Niederlande	**VN**	Vietnam
CH	Schweiz	**KG**	Kirgisistan	**NO**	Norwegen	**YU**	Jugoslawien
CI	Côte d'Ivoire	**KP**	Demokratische Volksrepublik	**NZ**	Neuseeland	**ZW**	Zimbabwe
CM	Kamerun		Korea	**PL**	Polen		
CN	China	**KR**	Republik Korea	**PT**	Portugal		
CU	Kuba	**KZ**	Kasachstan	**RO**	Rumänien		
CZ	Tschechische Republik	**LC**	St. Lucia	**RU**	Russische Föderation		
DE	Deutschland	**LI**	Liechtenstein	**SD**	Sudan		
DK	Dänemark	**LK**	Sri Lanka	**SE**	Schweden		
EE	Estland	**LR**	Liberia	**SG**	Singapur		

Künstliches Gelenk, insbesondere Endoprothese zum Ersatz natürlicher Gelenke

Die vorliegende Erfindung betrifft ein künstliches Gelenk, insbesondere eine Endoprothese zum Ersatz natürlicher Gelenke, bestehend aus mindestens zwei künstlichen Gelenkteilen mit jeweils gekrümmten Artikulationsflächen, auf denen die Gelenkteile relativ zueinander artikulieren.

Ein derartiges künstliches Gelenk ist aus der deutschen Patentanmeldung P 42 02 717.9 bekannt. Hierbei besitzen die Gelenkflächen in zueinander senkrechten Ebenen, und zwar einer Längsebene und einer Querebene, unterschiedliche kreisförmige Schnittkonturen, wobei die Krümmungsverhältnisse der Artikulationsflächen in jeder der Ebenen konvex-konvex, konvex-konkav oder konkav-konkav sind, und die Gelenkgeometrie der Artikulationsflächen zueinander in jeder der beiden Ebenen durch eine Gelenkkette mit zwei Gelenkachsen, eine sog. dimere Gelenkkette, bestimmt ist, die durch die Krümmungszentren der Artikulationsflächen der jeweils zugehörigen Schnittkonturen verlaufen. Da die Artikulationsflächen dieses künstlichen Gelenks konvex-konkav, konkav-konkav bzw. konvex-konvex ausgebildet sind, entstehen im wesentlichen punktförmige Kraftübertragungsbe-

reiche, so daß erhöhte Flächenpressungen auf den Artikulationsflächen entstehen können, die zu einem Materialabrieb führen. Hierdurch kann die Lebensdauer dieser künstlichen Gelenke verkürzt sein. Um eine Verbesserung der Kraftübertragung zwischen den Artikulationsflächen der Gelenkteile zu erreichen, ist bei dem bekannten Gelenk vorgeschlagen, zwischen den einzelnen Gelenkteilen jeweils einen Druckverteilungskörper anzuordnen, mit dem eine bessere und gleichmäßigere Kraftverteilung erreicht wird. Durch diesen Druckverteilungskörper erhöht sich jedoch die Anzahl der erforderlichen Gelenkteile des künstlichen Gelenks.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein künstliches Gelenk zu schaffen, bei dem punktuelle Kraftübertragungsbereiche vermieden werden und bei dem der Einbau von Druckverteilungskörpern nicht erforderlich ist, und das gleichzeitig eine optimale Anpassung an die Gegebenheiten des menschlichen Körpers im Einsatz als Endoprothese insbesondere für ein natürliches menschliches Gelenk ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird dies mit einem künstlichen Gelenk der eingangs beschriebenen Art erreicht, wobei auf jeder der Artikulationsflächen eine gekrümmte Kontaktlinie ausgebildet ist und die gekrümmte Kontaktlinie einer der Artikulationsflächen Teil einer elliptischen Schnittkontur eines ersten Zylinders bzw. eines Kegels mit dem Zylinderradius R1 bzw. dem Kegelwinkel $\alpha 1$ ist und die andere Kontaktlinie sich als Gegenspur eines zweiten, auf dem ersten Zylinder bzw. dem ersten Kegel abrollenden und/oder gleitenden zweiten Zylinders bzw. zweiten Kegels mit dem Zylinderradius R2 bzw. mit dem Kegelwinkel $\alpha 2$ ergibt, sowie die Artikulationsflächen aus einer Vielzahl gerader Berührungslinien

gebildete Regelflächen aufweisen, und sich diese Regelflächen einseitig an die Kontaktlinien einander gegenüberliegend anschließen, und die Berührungslinien jeweils die Verbindungslinien zwischen einem momentanen Kontaktpunkt der Kontaktlinien und einem momentanen Bezugspunkt der jeweiligen Bewegungssysteme in einer Referenzebene bzw. auf einer Referenzkugel im bewegten/unbewegten System sind. Vorteilhafterweise wird erfindungsgemäß als Bezugspunkt ein fester oder bewegter Punkt des bewegten oder unbewegten Systems gewählt, wobei davon ausgegangen wird, daß einer der Zylinder bzw. Kegel unbewegt ist und der andere Zylinder bzw. Kegel auf diesem unbewegten Zylinder/Kegel abrollt und/oder gleitet.

Die Festlegung auf eine zwangsläufige Bewegung und die Auswahl des momentanen Drehpols als Bezugspunkt bewirkt, da die Polkurven aufeinander abrollen, ohne zu gleiten, daß sich diese Eigenschaft auf entsprechende Abschnitte der Regelflächen überträgt. Wird statt des momentanen Drehpols ein anderer momentan gemeinsamer Punkt von der Referenzebene bzw. Referenzkugel im bewegten bzw. unbewegten System verwendet, kann hierdurch der Anteil von Rollen zu Gleiten variiert werden.

Erfindungsgemäß ist weiterhin vorgesehen, daß der erste und der zweite Zylinder bzw. der erste und der zweite Kegel derart zueinander angeordnet sind, daß sie eine gestreckte dimere Gelenkkette bzw. eine überschlagene dimere Gelenkkette bilden. Für Zylinder gilt bei einer gestreckten dimeren Kette die Beziehung $R = R2 + R1$ bzw. bei einer überschlagenen dimeren Gelenkkette die Beziehung $R = R2 - R1$, wobei R der Radius der Gelenkachsenbahn und R1 der Radius des ersten Zylinders und R2 der Radius des zweiten

Zylinders ist. Im Falle der Kegel gilt analog zu den Zylindern $\alpha = \alpha 2 + \alpha 1$ und $\alpha = \alpha 2 - \alpha 1$, wobei α jeweils der Winkel zwischen den Achsen der sich berührenden Kegelpaare ist.

Da erfindungsgemäß die Zylinder bzw. Kegel aufeinander bzw. ineinander abrollen oder gleiten und der Abstand der Zylinderachsen bzw. der Winkel zwischen den Kegelachsen immer konstant bleibt, ergibt sich eine ebene oder sphärische dimere Kette. Die an sich dreiparametrige mögliche ebene oder sphärische Bewegung wird so auf zwei Freiheitsgrade eingeschränkt. Die entsprechenden Radien der Zylinder bzw. Winkel der Kegel sind vorzugsweise den anatomischen Verhältnissen des menschlichen Kniegelenks angepaßt, können auch entsprechend der verwandten Materialien und deren Eigenschaften variiert sein.

Das erfindungsgemäße künstliche Gelenk zeichnet sich dadurch aus, daß in jedem Berührungspunkt der Artikulationsflächen ein linienförmiger Kraftübertragungsbereich ausgebildet ist.

Weiterhin kann es erfindungsgemäß vorteilhaft sein, wenn neben dem Bereich der direkten Kraftübertragung im Bereich der Regelflächen ein Bereich ohne Berührungskontakt ausgebildet ist, so daß die umgebenden Gewebe in der Funktion nur minimal traumatisiert werden. Erfindungsgemäß ist es deshalb zweckmäßig, wenn auf der den Regelflächen gegenüberliegenden Seite der Kontaktlinien die Berührungslinien derart bogenförmig in Bogenlinien verlängert sind, daß Wulste ausgebildet werden. Die Bogenlinien werden dadurch bestimmt, daß im momentanen Berührungspunkt der Kontaktlinien eine Ebene im bewegten oder unbewegten System errich-

tet wird, welche aufgespannt wird, von der jeweiligen Berührungslinie der Regelflächen und der gemeinsamen Senkrechten der Berührungslinien auf eine Tangente an eine der Kontaktlinien im jeweiligen Kontaktpunkt. Die Wulste sind derart ausgebildet, daß der äußere Teil der Artikulationsflächen der Wulste sich nicht berühren. Diese äußeren Teile der Wulste bilden den Bereich der indirekten Kraftübertragung der gekrümmten Artikulationsflächen.

Die Bogenlinien sind erfindungsgemäß ohne Knick an die jeweiligen Berührungslinien der Regelfläche angesetzt und ihre Normalen stimmen im Kontaktpunkt überein. Indem die Bogenlinien vorteilhafterweise in Abschnitten kreisbogenförmig ausgestaltet sind, kann erreicht werden - indem in den äußeren Abschnitten verschieden große Radien gewählt werden - daß während der Bewegung der Artikulationsflächen immer ein freier Raum zwischen den artikulierenden Wulsten verbleibt.

Vorzugsweise wird das erfindungsgemäße Gelenk derart bei einem Viergelenk als Endoprothese für das menschliche Knie eingesetzt, daß das mediale Gelenkkompartment die überschlagende dimere Kette bildet und das laterale Gelenkkompartment die gestreckte dimere Kette, wodurch ein zwangsläufiges Viergelenk sich ausbildet.

Anhand der in den beiliegenden Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele wird die Erfindung näher erläutert.

Figuren 1 bis 11
zeigen die Konstruktion erfindungsgemäßer Gelenke.

Gemäß der vorliegenden Erfindung soll ein bestimmter ebener oder auch sphärischer Zwanglauf des Gelenks erreicht werden. Dies erfolgt dadurch, daß ein ebenes oder sphärisches Getriebe vorgegeben wird. In diesem Getriebe werden in einem ersten Schritt die Rotationsachsen durch um diese Achsen angeordnete Zylinder, die sich gegeneinander kontaktieren, oder aber sphärische Kegel ersetzt, wobei diese Zylinder bzw. Kegel aufeinander abrollen und/oder gleiten. Die entsprechenden Radien der Zylinder bzw. die Kegelwinkel der Kegel sind den anatomischen Gegebenheiten des zu ersetzenden natürlichen Gelenks, insbesondere des menschlichen Kniegelenks angepaßt.

In Fig. 1 sind zwei aufeinander abrollende und gleitende Zylinder 1, 2 mit den Mittelpunkten M1 und M2 und den Radien R1 und R2 und den Drehachsen d1 und d2 dargestellt. Das dort gezeigte Zylinderpaar ist als ebene gestreckte dimere Kette angeordnet, so daß der Zylinder 2 am Zylinder 1 abrollt bzw. gleitet. Es gilt $R = R2 + R1$, wobei R der Radius der Gelenkachsenbahn, der auch die Länge der dimeren Gelenkkette ist. Fig. 1a zeigt eine Darstellung von zwei aufeinander abrollenden Kegeln 1, 2 mit den zugehörigen Kegelwinkeln $\alpha 1$, $\alpha 2$, wobei $\alpha = \alpha 2 + \alpha 1$ gilt.

In Fig. 2 ist eine Zylinderanordnung aus den Zylindern 1 und 2, den Mittelpunkten M1 und M2, den Radien R1 und R2 sowie den Zylinderachsen D1 und D2 gezeigt, wobei diese Zylinder in Form einer überschlagenen dimeren Kette angeordnet sind. Hierbei gilt $R = R2 - R1$, wobei R wieder der Radius der Gelenkachsenbahn und somit die Länge der dimeren Kette ist. Fig. 2a zeigt eine Darstellung von zwei ineinander abrollenden Kegeln 1, 2 mit den zugehörigen Kegelwinkeln $\alpha 1$, $\alpha 2$, wobei $\alpha = \alpha 2 - \alpha 1$ ist.

Wie in Fig. 2 dargestellt, wird beispielsweise bei dieser Anordnung der Zylinder 1 als unbewegtes Teil gewählt, wobei auf dem Zylinder 1 eine Kontaktlinie L1 durch schräges Anschneiden des Zylinders 1 gewählt wird, die somit eine elliptische Form besitzt. Der Zylinder 2 ist als bewegtes Teil gewählt und rollt und/oder gleitet nunmehr auf dem Zylinder 1 ab, wobei sich auf der Zylinderfläche entsprechend der Roll- und Gleitbewegung des Zylinders 2 eine Gegenkurve als Kontaktlinie L2 ausbildet. Diese Kontaktlinie L2 hat eine abschnittsweise bogenförmige Form. Die beiden Kontaktlinien L1 und L2 besitzen demnach momentan immer einen gemeinsamen Berührungspunkt K. Der Zylinder 1 kann erfindungsgemäß beispielsweise bei der Ausbildung eines künstlichen Gelenks für das erfindungsgemäße Knie dem femuralen Gelenkteil zugeordnet sein und der Zylinder 2 dem tibialen Gelenkteil.

In Fig. 3 ist gezeigt, wie bei der Gelenkanordnung gemäß Fig. 2 nunmehr aufgrund der auf den Zylindern 1 und 2 ausgebildeten Kontaktlinien L1 und L2 linienförmigen Kontakt bedingende Berührungslinien B zur Erzeugung von Regelflächen gemäß der Erfindung hergestellt werden. Hierzu wird vorteilhafterweise ein Basispunkt Q im bewegten System bestimmt, der in einem zum Gelenkinneren verschobenen, frei zu wählenden Bezugsebene (Sagittalebene) derartig gewählt ist, daß die Verbindungslinie B zum momentanen Kontaktpunkt K der Kontaktlinien L1 und L2 vorteilhafterweise einen Winkel ß ($35° < ß < 70°$) zur z-Achse hat. Diese Bezugsebene liegt parallel zur Funktionsebene, die hier durch die Koordinatenebene x und y angegeben ist. Die Gesamtheit der Berührungslinien B gibt im ruhenden System eine Regelfläche F1 mit zwischen Kontaktlinie L1 und Bahn 5 des Basispunktes Q verlaufenden Geraden (siehe Bild 4). Im bewegten System

entsteht eine Regelfläche F2 zwischen Kontaktlinie F2 und dem in diesem System ortsfesten Basispunkt Q (siehe Bild 5). In jedem Bewegungszustand berühren sich demnach beide Regelflächen F1 und F2 konstruktionsgemäß jeweils linienförmig. Für die Gelenkflächen wird jeweils ein Teil der Regelflächen F1 und F2 ausgewählt, der an L1 bzw. L2 anschließt und bis maximal 3 cm, gemessen auf der Kontaktlinie zur Mitte hin, sich erstreckt. Diese durch die Berührungslinien B gebildeten Teile der Regelflächen F1 und F2 gehören zum Bereich der direkten Kraftübertragung.

Weiterhin ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß auf der den Regelflächen F1, F2 gegenüberliegenden Seite der Kontaktlinien L1, L2 artikulierende Teilflächen mit indirekter Kraftübertragung erzeugt werden. Die hierfür erforderliche erfindungsgemäße Konstruktion wird anhand von Figur 6 erläutert. Im momentanen Berührungspunkt K der Kontaktlinien L1, L2 wird als Hilfskonstruktion eine momentane Ebene im bewegten und im unbewegten System errichtet, welche aufgespannt wird von der Berührungslinie B der Regelflächen F1, F2 und einer gemeinsamen Senkrechten 7 der Berührungslinie B und einer Tangente t an die Kontaktlinie L1 und/oder L2. In diese Ebene werden an die Berührungslinie B der Regelflächen F1, F2 ohne Knick bogenförmige Kurven, Bogenlinien S1, S2, die über die gesamte Bewegung vorteilhafterweise gleichbleiben, angesetzt. Hierdurch entstehen - wie in Fig. 7 dargestellt - im bewegten System, und - wie in Fig. 8 dargestellt - im unbewegten System wulstförmige Flächen 9, 10, die ohne Knick an die jeweiligen Regelflächen F1, F2 angesetzt sind und deren Normalen im Kontaktpunkt übereinstimmen. Die bogenförmigen Kurven S sind so beschaffen, daß während der Bewegung immer ein freier Raum zwischen den artikulierenden, aus ihnen gebildeten Wulstflächen 9, 10

verbleibt. Dies kann bei kreisförmigen Bogenlinien S1, S2 dadurch erreicht werden, daß verschieden große Radien gewählt werden. Es kann weiterhin vorteilhaft sein, S1 und S2 über eine gewisse Strecke (bis max. 2 cm) mit gemeinsamen Radius auszustatten und erst dann ohne Knick verschieden große Radien anzusetzen. Dadurch wird der Bereich der direkten Kraftübertragung in den bogenförmigen Bereich erweitert. Da die Regelflächen F1 und F2 und die wulstförmigen Artikulationsflächen 10, 9 durch eine Bewegung einer Schnittkontur, bestehend aus Geraden und Bögen, entstehen, lassen sich diese Flächen mittels einer CNC-Schleifmaschine fertigen. Basispunkt Q kann auch im unbewegten System definiert sein. Es kann ferner vorteilhaft sein, Q abhängig von der Bewegung zu wählen und insbesondere dafür den momentanen Drehpol P (Bild 6), der in einer frei wählbaren Zwischenebene liegt, zu verwenden. Die Regelfläche F1 liegt dann zwischen Kontaktlinie L1 und der Rastpolbahn 4 und die Regelfläche F2 liegt zwischen Kontaktlinie L2 und der Gangpolbahn 6. Rastpolbahn 4 und Gangpolbahn 6 ergeben sich als Schnittlinien dieser freigewählten Ebene mit der Gesamtheit der momentanen Drehachsen der Bewegung. Wird für die Erzeugung der Berührungslinien B der momentane Drehpol gewählt, so wird auf den gebildeten Regelflächen F1 und F2 das Gleiten minimiert, da die Polkurven aufeinanderrollen. Wird statt des momentanen Drehpols ein anderer momentan gemeinsamer Punkt in einer Referenzebene im bewegten/unbewegten System verwendet, so kann der Anteil von Rollen und Gleiten variiert werden.

Fig. 9 zeigt die Übertragung der Konfiguration des unbewegten Systems aus der Regelfläche F1 mit angeschlossener Wulstfläche 10 gemäß Fig. 8 auf ein künstliches Gelenkteil 12, das die Artikulationsfläche eines Gelenkkopfes bilden

kann. Hierbei ist zu erkennen, daß die Abmessungen der Flächen F1 und 10 den anatomischen Verhältnissen angepaßt werden.

Vorteilhafterweise wird ein erfindungsgemäßes Gelenk als Endoprothese zum Ersatz des menschlichen Kniegelenks aus einer Parallelschaltung zweier erfindungsgemäßer Gelenkanordnungen gemäß Fig. 1 und 2 gebildet. Hierbei sind die Regelflächen jedes Gelenkkörperpaares derart zu einer Mittelebene X-X angeordnet, daß sie auf der der Mittelebene X-X zugekehrten Seite liegen. Die tibialen Gelenkkörper und die femuralen Gelenkkörper sind hierbei jeweils starr miteinander verbunden. Hierdurch ergibt sich eine Zwangslaufeigenschaft, die durch das entstandene Viergelenk bedingt ist. Der momentane Drehpol ergibt sich im seitlichen Bild als Schnittpunkt der lateralen und der medialen Kette (bzw. deren Verlängerungen). Insgesamt entstehen in der festen Ebene die Rastpol- und in der bewegten Ebene die Gangpolbahn. In Figuren 10 und 11 sind für ein Kniegelenk des rechten Knies in der Ansicht von hinten die nach dem erfindungsgemäßen Konstruktionsverfahren erzeugten femuralen Artikulationsflächen und tibialen Artikulationsflächen des lateralen Gelenkkompartments 11 und des medialen Gelenkkompartments 12 dargestellt. In den Bereichen der indirekten Kraftübertragung, das sind die wulstförmigen Artikulationsflächen 9, 10, sind die Radien derart gewählt, daß tibial größere Radien als femural vorhanden sind. Im lateralen Gelenkkompartment 11 ist eine Anordnung gemäß Fig. 2, nämlich eine gestreckte dimere Gelenkkette ausgebildet und im medialen Gelenkkompartment 12 ist eine überschlagene dimere Gelenkkette gemäß Fig. 1 vorhanden.

Patentansprüche

1. Künstliches Gelenk, insbesondere Endoprothese zum Ersatz natürlicher Gelenke, bestehend aus mindestens zwei künstlichen Gelenkteilen mit gekrümmten Artikulationsflächen, wobei auf jeder der Artikulationsflächen eine gekrümmte Kontaktlinie ausgebildet ist, wobei die gekrümmte Kontaktlinie (L1) eine der Artikulationsflächen Teil einer elliptischen Schnittkontur eines ersten Zylinders (1) oder Kegels mit dem Zylinderradius (R1) bzw. dem Kegelwinkel (α1) ist, und die andere Kontaktlinie (L2) sich als Gegenspur eines zweiten auf dem ersten Zylinder (1) bzw. ersten Kegel abrollenden und/oder gleitenden zweiten Zylinder (2) bzw. zweiten Kegels mit dem Zylinderradius (R2) bzw. mit dem Kegelwinkel (α2) ergibt, sowie die Artikulationsflächen aus einer Vielzahl von geraden Berühungslinien (B) gebildete Regelflächen (F1,F2) aufweisen, und sich diese Regelflächen (F1, F2) einseitig an die Kontaktlinien

(L1,L2) einander gegenüberliegend anschließen und die Berührungslinien (B) jeweils die Verbindungslinie zwischen einem momentanen Kontaktpunkt (K) der Kontaktlinien (L1,L2) und einem momentan gemeinsamen Punkt Q bzw. dem Momentanpol (P) der jeweiligen Bewegungssysteme in einer Referenzebene (X,Y) bzw. einer Referenzkugel im bewegten/ unbewegten System sind.

2. Künstliches Gelenk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der erste und der zweite Zylinder (1, 2) bzw. der erste und der zweite Kegel (1, 2) derart zueinander angeordnet sind, daß sie eine gestreckte dimere Gelenkkette bilden mit der Beziehung R = R2 + R1 bzw. eine überschlagene dimere Gelenkkette mit der Beziehung R = R2 - R1, wobei R der Radius der Gelenkachsbahn der dimeren Gelenkkette und R1 der Radius des ersten Zylinders (1), wobei im Falle der sphärischen Anordnung ergeben sich für das erste Kegelpaar $\alpha = \alpha 2 + \alpha 1$ und für das zweite Kegelpaar $\alpha = \alpha 2 - \alpha 1$ aufgrund der Kegelwinkel $\alpha 1/\alpha 2$.

3. Künstliches Gelenk nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß auf der den Regelflächen (F1,F2) gegenüberliegenden Seite der Kontaktlinien (L1,L2) die Berührungslinie (B) derart bogenförmig verlängert sind, daß Wülste (9,10) ausgebildet werden, wobei die Bogenlinien dadurch bestimmt werden, daß im momentanen Berührungspunkt (K) der Kontaktlinien (L1,L2) eine Ebene im bewegten und unbewegten System errichtet wird, welche aufgespannt wird von der jeweiligen Berührungslinie (B) der Regelflächen (F1,F2) und der gemeinsamen Senkrechten (7)

der Berührungslinie (B) und einer Tangente an die Kontaktlinien (L1,L2) im jeweiligen Kontaktpunkt (K), wobei die Wulste (9,10) derart ausgebildet sind, daß die Artikulationsflächen der Wulste (9,10) im äußeren Teil keinen Berührungskontakt besitzen.

4. Künstliches Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die überschlagene dimere Kette ein mediales Gelenkkompartment (12) und die gestreckte dimere Kette ein laterales Gelenkkompartment (11) eines künstlichen Gelenkes für das menschliche Knie bilden, wobei die femurseitigen Gelenkteile der jeweiligen Gelenkkompartmente und die tibiaseitigen Gelenkteile starr miteinander verbunden sind.

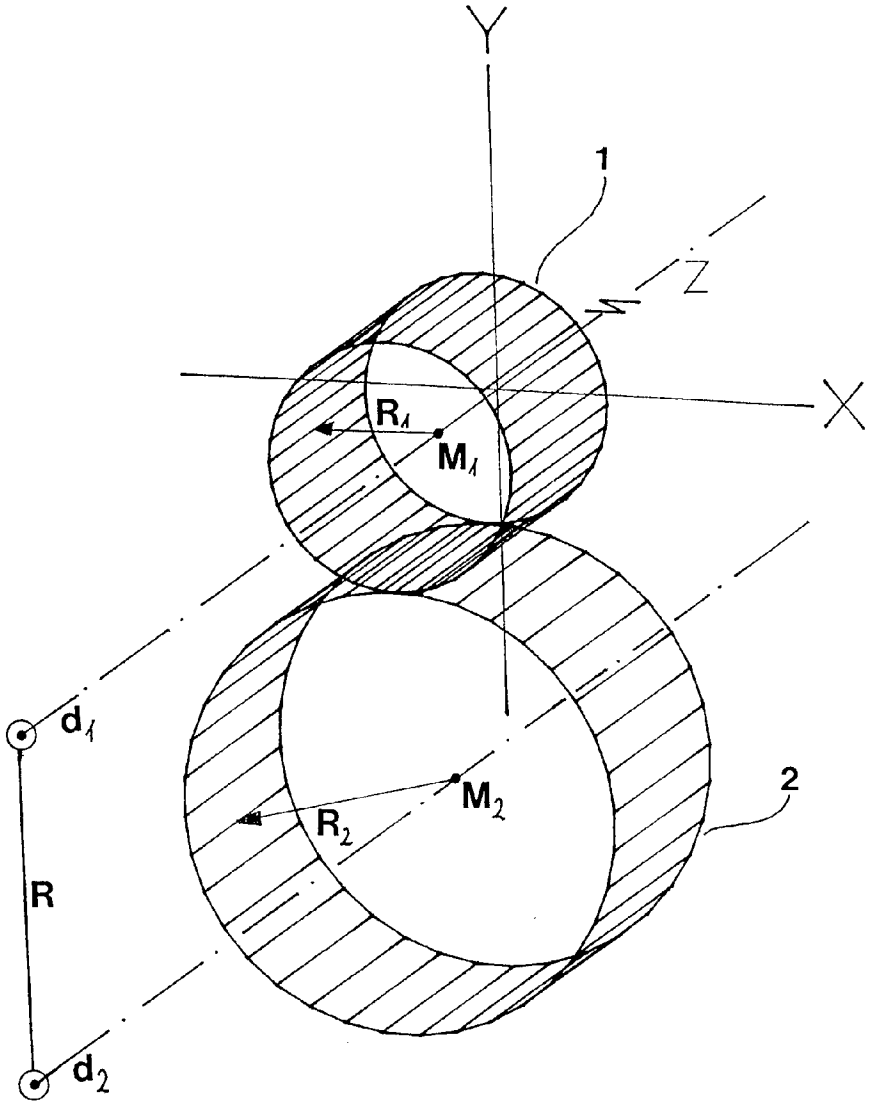


FIG.1

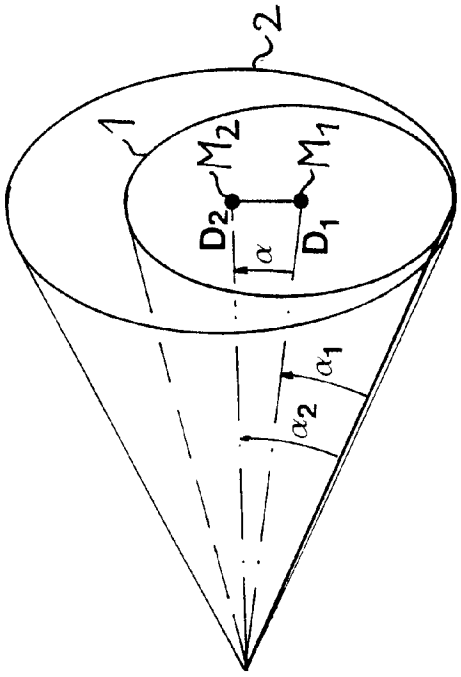


FIG.2a

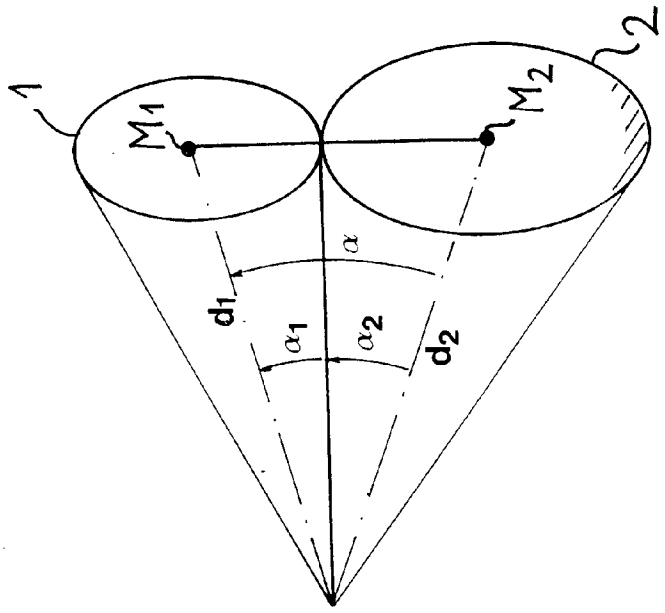


FIG.1a

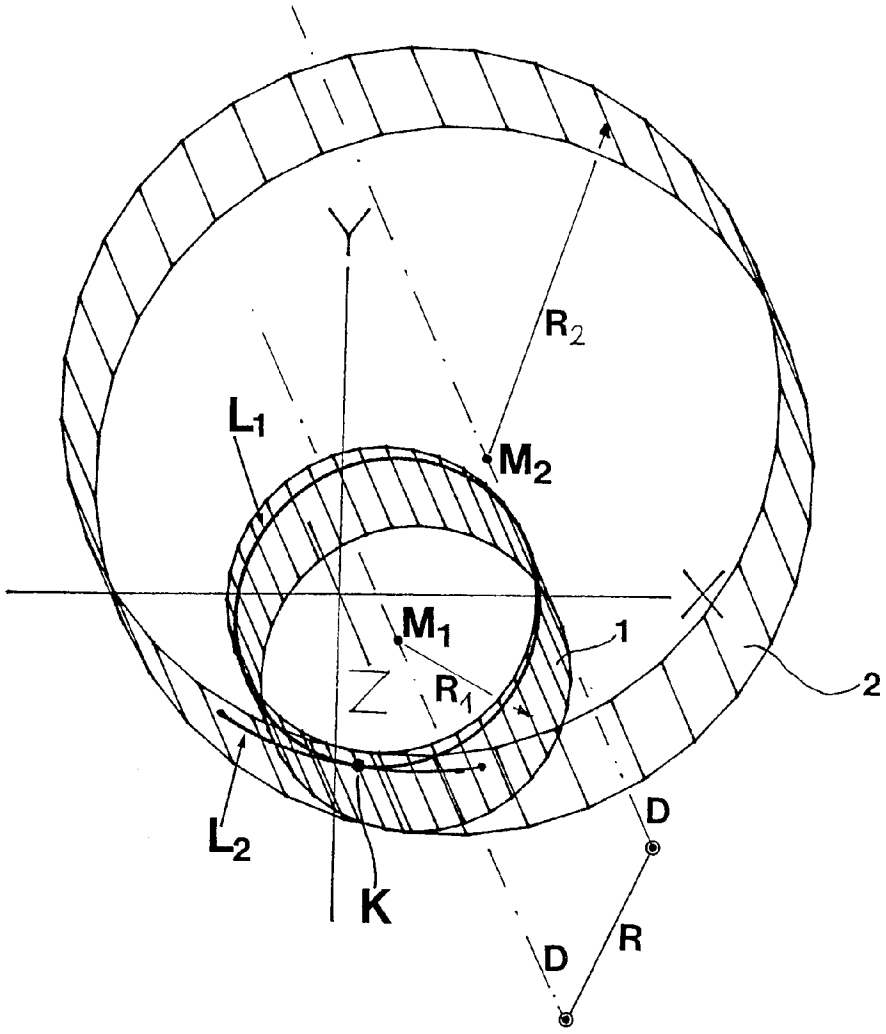


FIG.2

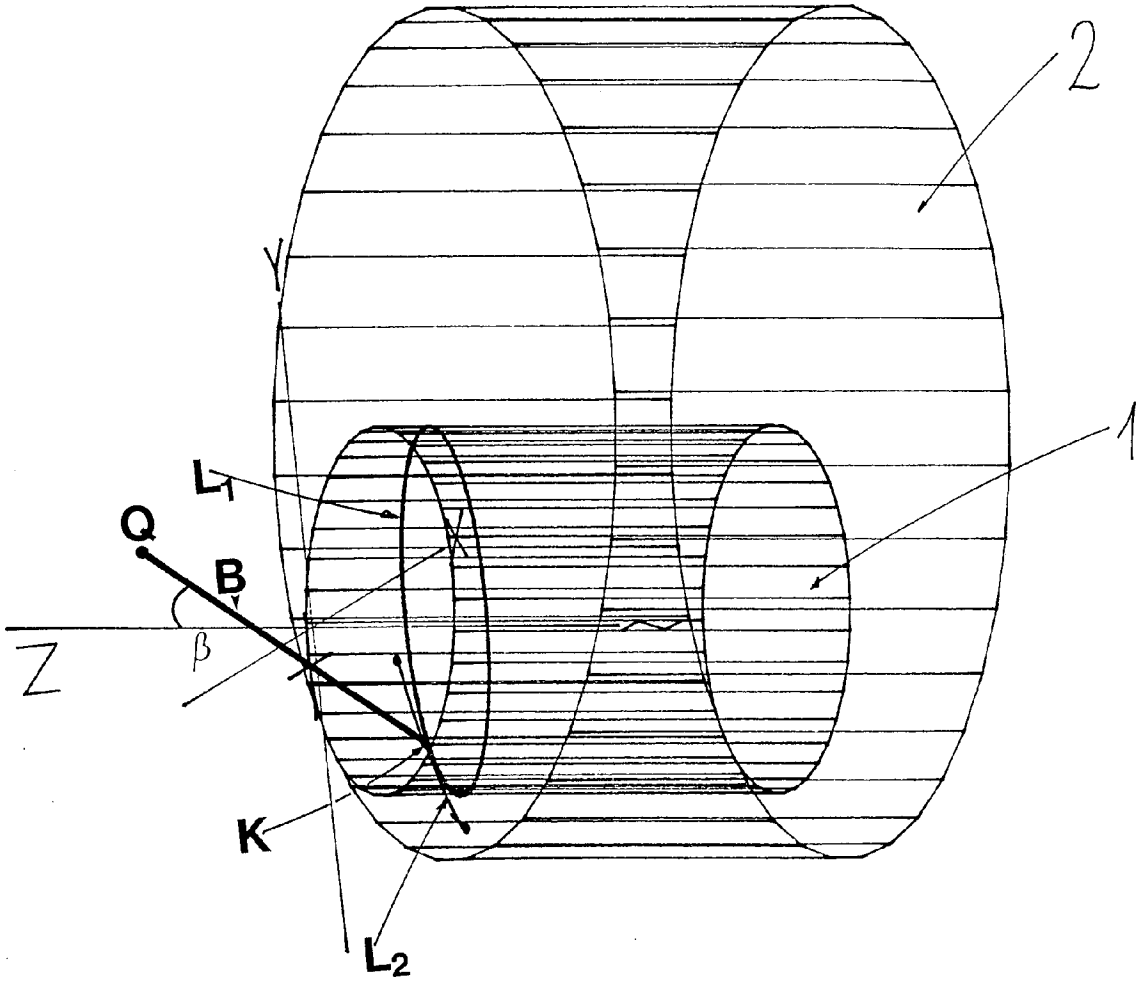


FIG.3

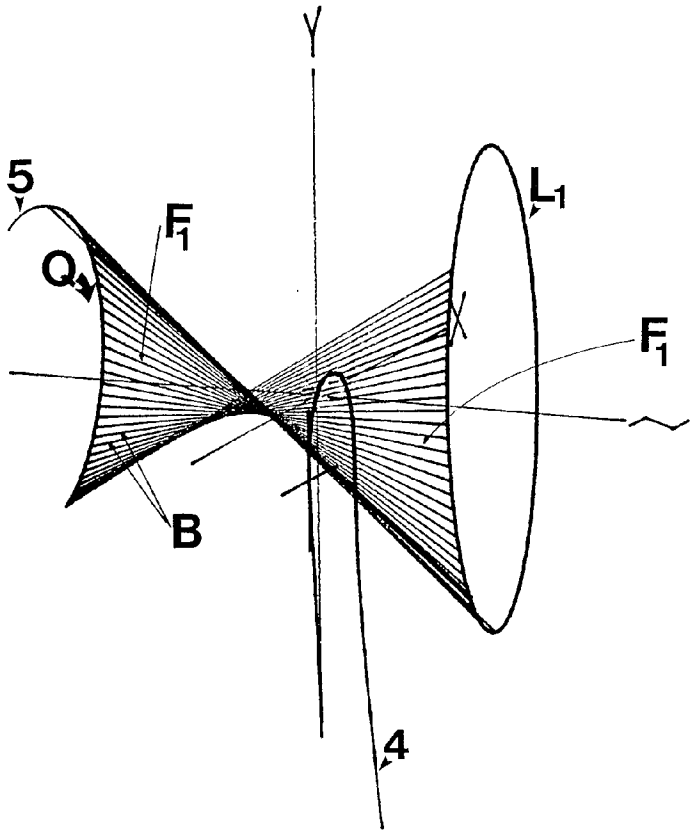


FIG.4

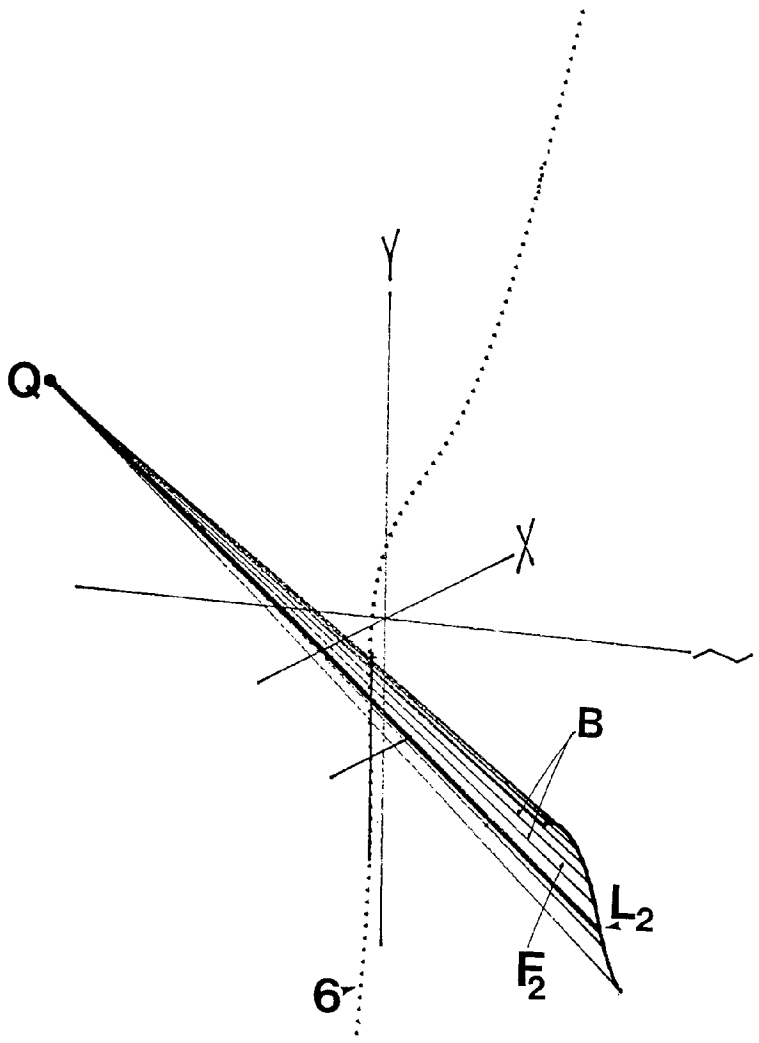


FIG.5

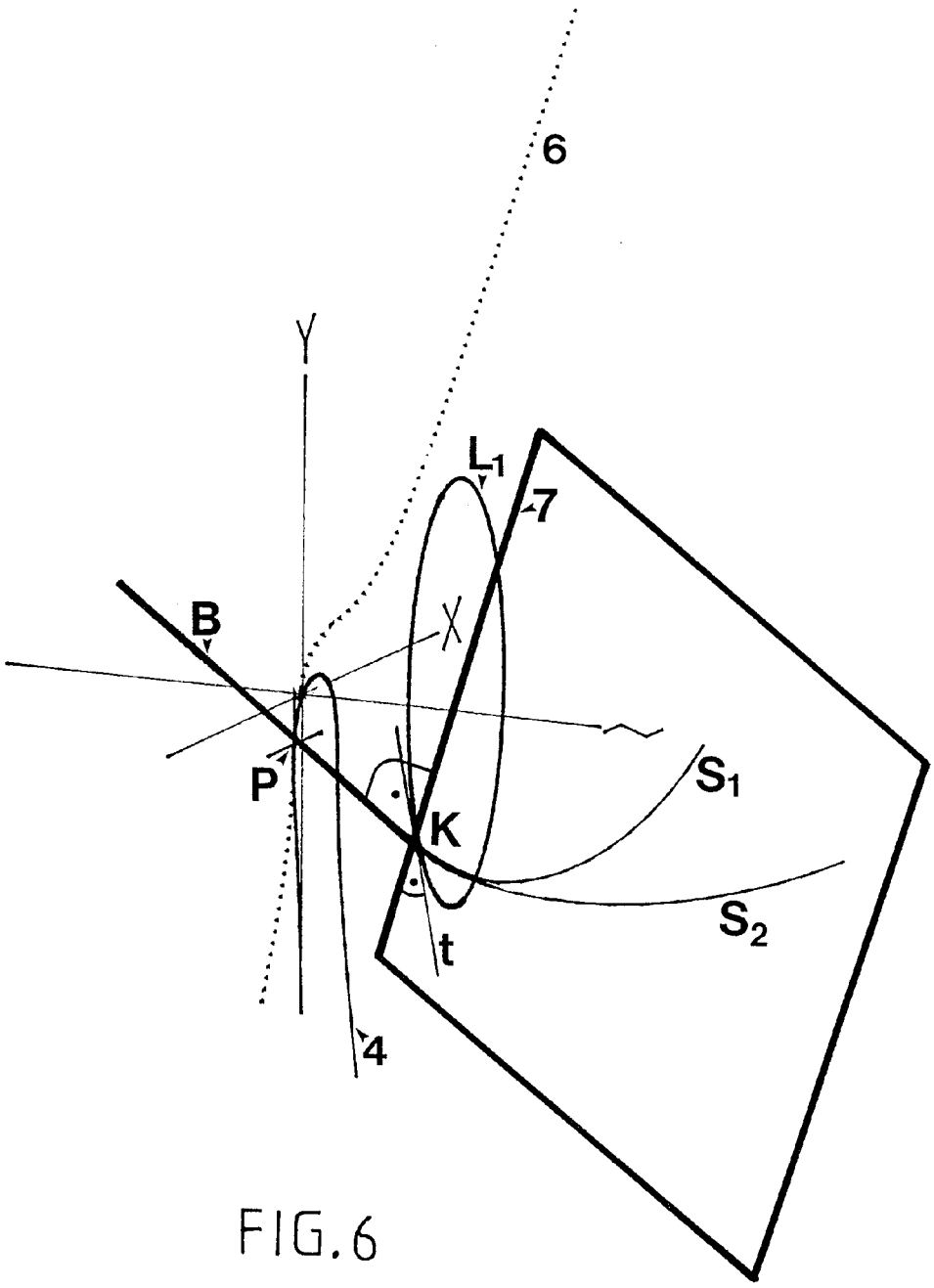


FIG.6

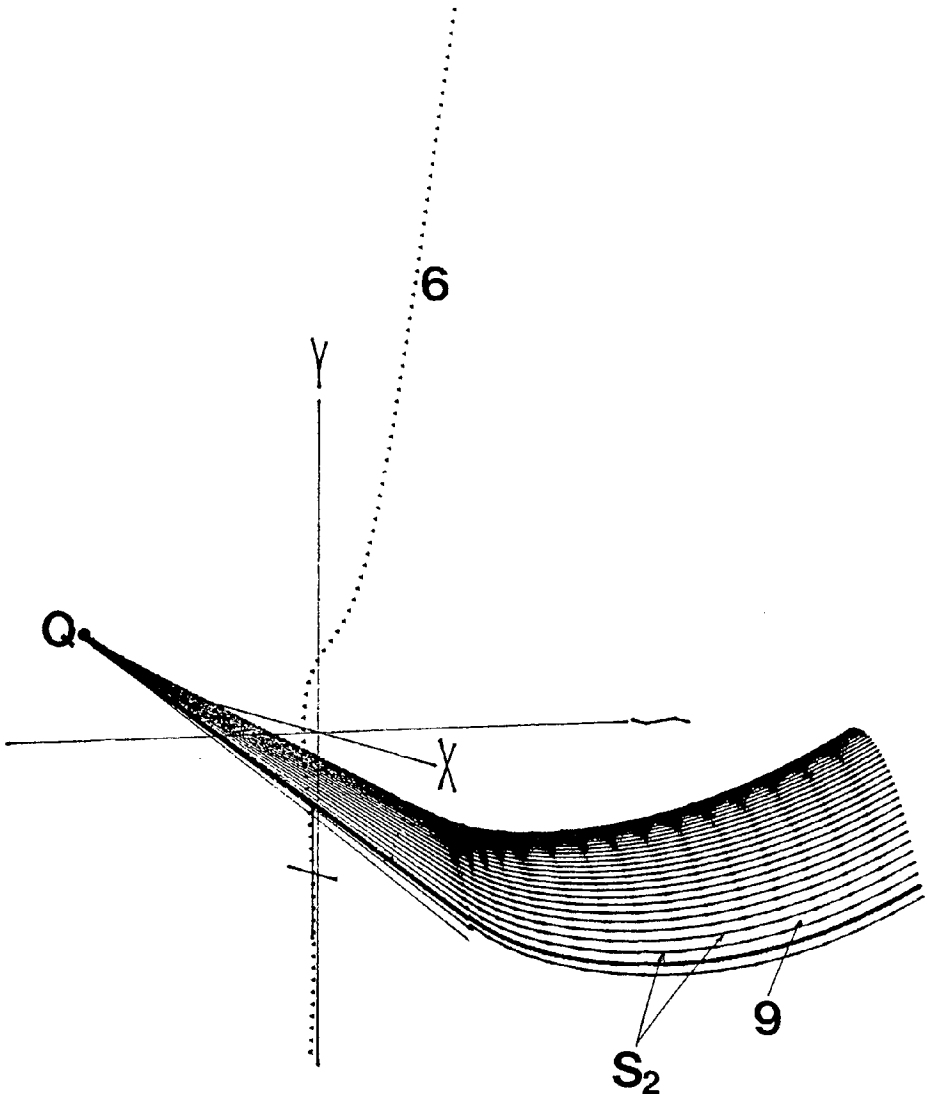


FIG.7

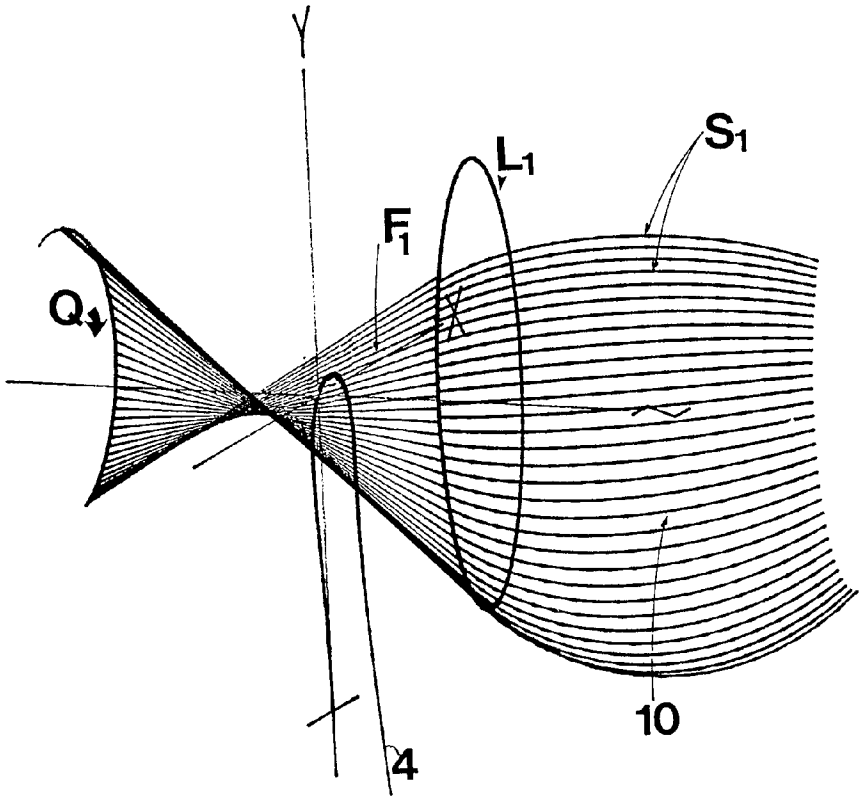


FIG.8

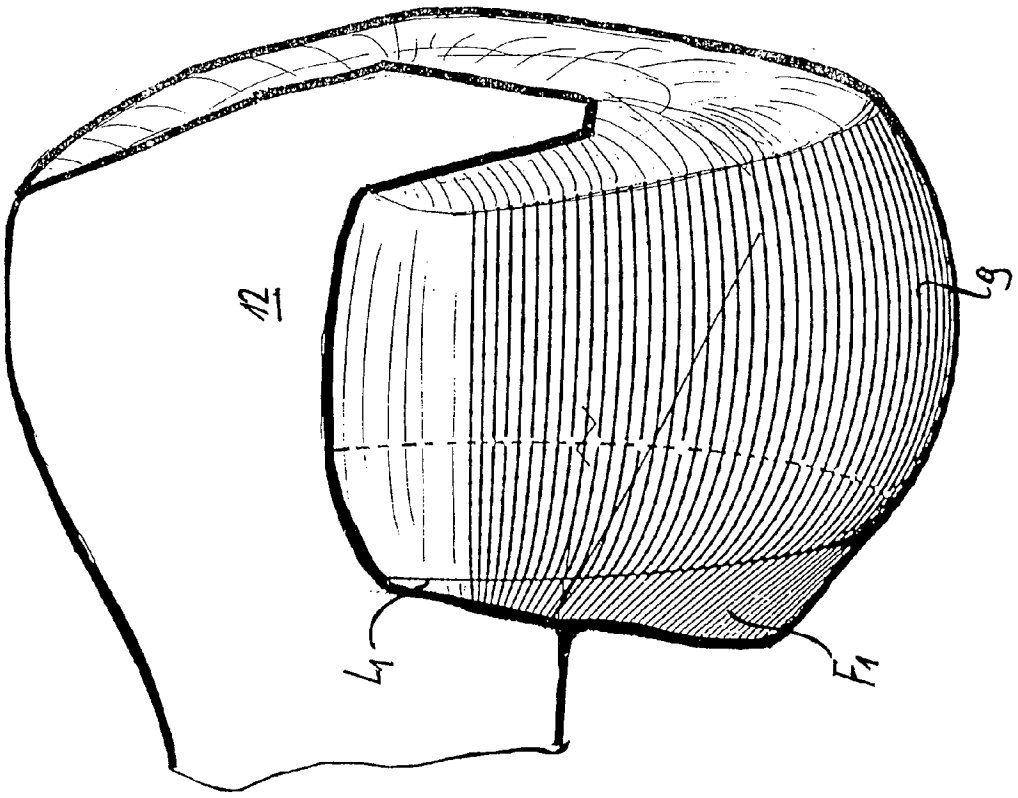


FIG.9

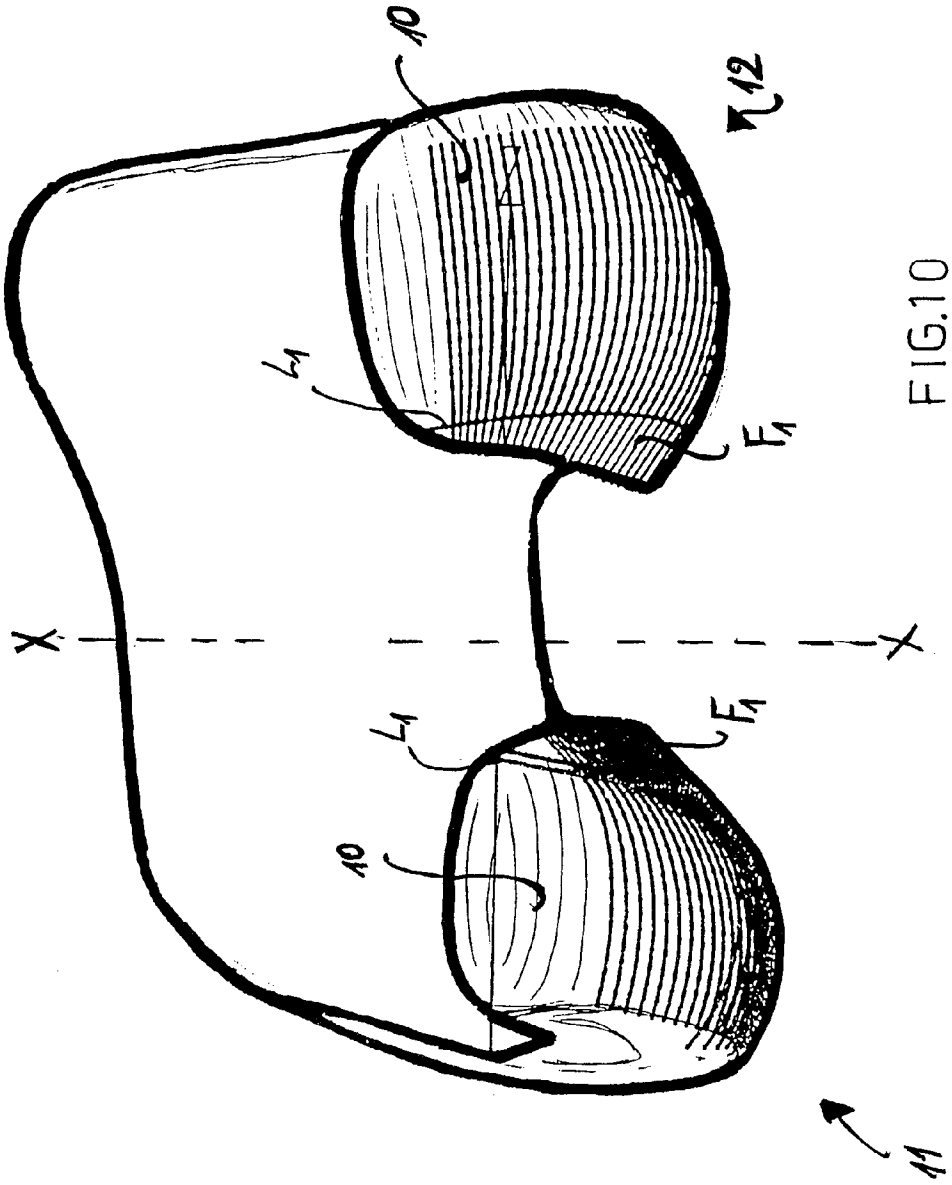


FIG.10

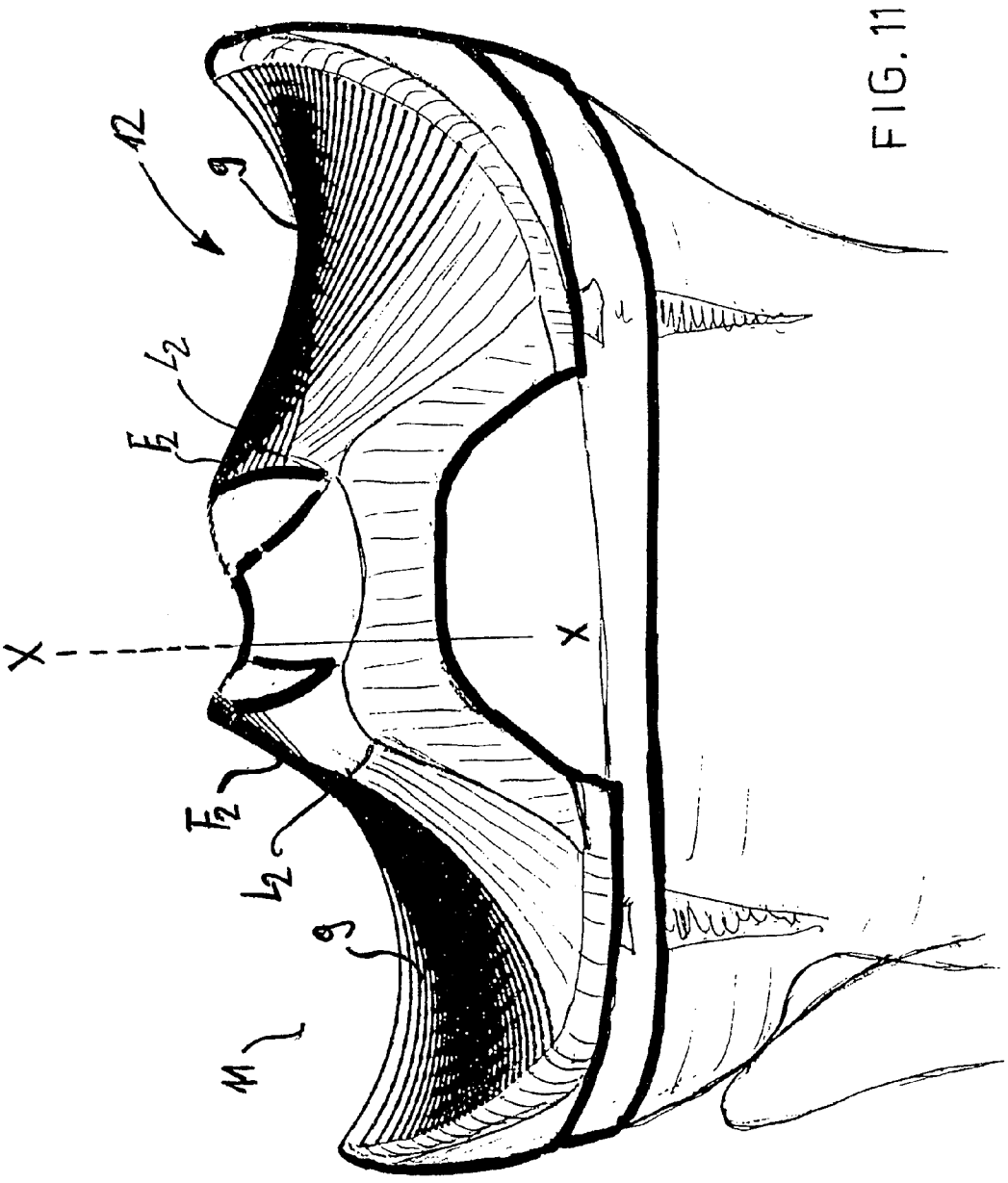


FIG. 11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter onal Application No
PCT/EP 97/06315

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 A61F2/38

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 A61F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 627 203 A (JOINT MEDICAL PRODUCTS CORP) 7 December 1994 see column 5, line 2 - line 47; figures	1,2
A,P	DE 195 21 597 A (KUBEIN MEESENBURG DIETMAR ;NAEGERL HANS (DE); THEUSNER JOACHIM DR) 19 December 1996 see page 4, line 10 - line 21; claims	1-4

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

1

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
15 April 1998	23/04/1998

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Villeneuve, J-M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inter. ɔnal Application No
PCT/EP 97/06315

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0627203 A	07-12-94	US 4888021 A	19-12-89
		AT 121925 T	15-05-95
		CA 1290899 A	22-10-91
		DE 68922487 D	08-06-95
		DE 68922487 T	07-09-95
		EP 0400045 A	05-12-90
		JP 3502291 T	30-05-91
		WO 8906947 A	10-08-89
		US 5011496 A	30-04-91
DE 19521597 A	19-12-96	WO 9700053 A	03-01-97
		EP 0831758 A	01-04-98

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte. ionales Aktenzeichen
PCT/EP 97/06315

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 A61F2/38

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 A61F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 627 203 A (JOINT MEDICAL PRODUCTS CORP) 7.Dezember 1994 siehe Spalte 5, Zeile 2 - Zeile 47; Abbildungen	1,2
A,P	DE 195 21 597 A (KUBEIN MEESENBURG DIETMAR ;NAEGERL HANS (DE); THEUSNER JOACHIM DR) 19.Dezember 1996 siehe Seite 4, Zeile 10 - Zeile 21; Ansprüche	1-4

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

1

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
15.April 1998	23/04/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Villeneuve, J-M

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Inter. onales Aktenzeichen
PCT/EP 97/06315

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0627203 A	07-12-94	US 4888021 A	19-12-89
		AT 121925 T	15-05-95
		CA 1290899 A	22-10-91
		DE 68922487 D	08-06-95
		DE 68922487 T	07-09-95
		EP 0400045 A	05-12-90
		JP 3502291 T	30-05-91
		WO 8906947 A	10-08-89
		US 5011496 A	30-04-91
DE 19521597 A	19-12-96	WO 9700053 A	03-01-97
		EP 0831758 A	01-04-98